

**AUTOMATIC INITIAL-CUTTING DEVICE FOR MICROTOMES, PARTICULARLY  
ULTRAMICROTOMES****Patent number:** DE4111689**Publication date:** 1991-10-17**Inventor:** SITTE HELLMUTH DR (AT); HAESSIG HELMUT (DE); KUNZ ARMIN DIPL  
ING (DE); NEUMANN KLAUS DR (DE)**Applicant:** SITTE HELLMUTH (AT)**Classification:****- international:** B26D5/00; G01N1/06; G05D3/12**- european:** G01N1/06**Application number:** DE19914111689 19910410**Priority number(s):** AT19900000872 19900411

Also publishe



US522

JP5340

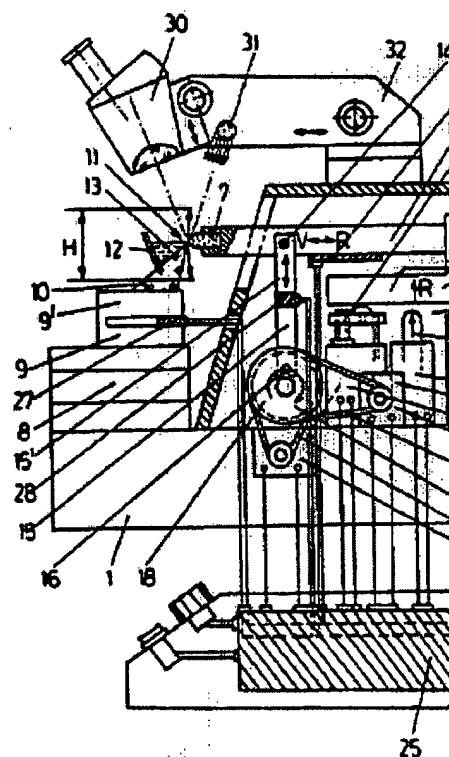
Abstract not available for DE4111689

Abstract of correspondent: **US5226335**

A device automatically applies an object (7) to a cutting edge (11) of a knife (10), and automatically makes an initial cut in the object (7), in microtomes, especially ultramicrotomes.

Force sensors (27,28), length sensors (29) or other sensors, an electroronic control unit (25) and an encoder (22) coupled to a drive device register forces (k, -k) connected with the separation of sections by the knife edge (11) or variations in the system triggered by these forces. Subsequently, via the electronic control unit (25), a transition from a rapid speed or rate of feed to a lower cutting speed or a lesser rate of feed for making an initial cut is automatically performed. A visual and/or acoustic signal informs the user of this change.

Signals (S1, S2) from the sensors (27-29) serve for automatic adjustment of the position of two switch-over points (U1, U2) from the rapid return speed (VR) to the slower cutting movement (VS) or from this slower cutting movement to the more rapid return movement (VR). In a further development, by electronic comparison of the force/time patterns or length/time patterns, the end of the initial cutting process is established and used for a fresh automatic variation in cutting speed (VS) and rate of feed.





⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 41 11 689 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 N 1/06  
B 26 D 5/00  
G 05 D 3/12

②① Aktenzeichen: P 41 11 689.5  
②② Anmeldetag: 10. 4. 91  
②③ Offenlegungstag: 17. 10. 91

DE 41 11 689 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
11.04.90 AT 872/90

⑦① Anmelder:  
Sitte, Hellmuth, Dr., Seefeld, AT

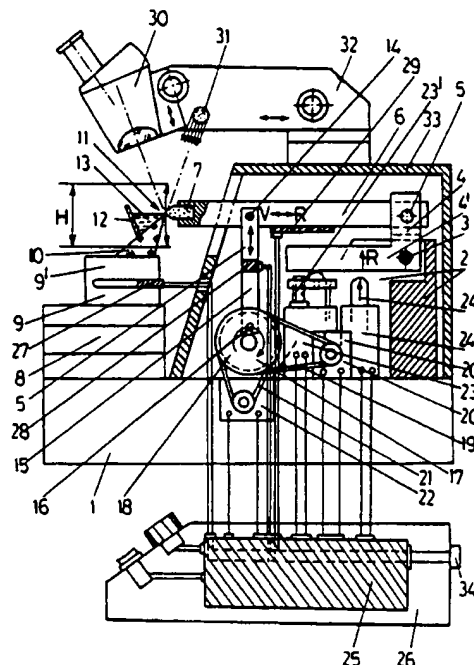
⑦④ Vertreter:  
Kador, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000  
München

⑦② Erfinder:

Sitte, Hellmuth, Dr., Seefeld, AT; Hässig, Helmut;  
Kunz, Armin, Dipl.-Ing., 6650 Homburg, DE;  
Neumann, Klaus, Dr., 6652 Bexbach, DE

⑤④ Automatische Anschneidevorrichtung für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome

⑤⑦ Vorrichtung zum automatischen Anstellen des Objektes (7) an die Schneide (11) des Messers (10) sowie zum automatischen Anschneiden des Objektes (7) für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome, wobei Kraftsensoren (27, 28), Längensensoren (29) oder sonstige Sensoren über eine elektronische Steuereinrichtung (25) mittels eines an die Antriebsvorrichtung gekoppelten Encoders (22) die mit dem Abtrennen der Schnitte durch die Messerschneide (11) verbundenen Kräfte ( $k$ ,  $-k$ ) bzw. die durch diese Kräfte ausgelösten Änderungen am System registrieren und über die elektronische Steuereinrichtung (25) danach den Übergang von der raschen Anstellgeschwindigkeit bzw. dem hohen Anstellvorschub auf die niedrigere Schneidegeschwindigkeit bzw. den geringeren Vorschub zum Anschneiden automatisch vollziehen. Der Benutzer wird durch ein optisches und/oder akustisches Signal über diesen Wechsel informiert. Im Rahmen einer Ausgestaltung dienen die Signale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) der Sensoren (27-29) zur automatischen Einstellung der Position der beiden Umschaltunkte ( $U_1$ ,  $U_2$ ,  $S$ ) von der raschen Rückholgeschwindigkeit ( $v_R$ ) zur langsameren Schneidebewegung ( $v_S$ ,  $S$ ) bzw. von dieser langsameren Schneidebewegung zur rascheren Rückholbewegung ( $v_R$ ). In einer weiteren Ausgestaltung wird durch elektronische Vergleiche der Kraft/Zeit-Verläufe bzw. der Längen/Zeit-Verläufe das Ende des Anschneidens festgestellt und zu einer neuerlichen automatischen Änderung der Schneidegeschwindigkeit ( $v_S$ ) und des ...



DE 41 11 689 A 1

Die Erfindung betrifft eine automatische Anschneidevorrichtung für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome, mit einem durch einen Antriebsmotor bewegten Objekt oder Messer, mit einem durch einen Stellmotor erzeugten Vorschub im Wege einer Relativbewegung zwischen der Messerschneide und dem Objekt zum Erzeugen der Schnitte und mit mindestens einem Sensor zur Aufnahme der aus dem Abtrennen der Schnitte resultierenden Kräfte oder der durch diese Kräfte bewirkten Änderungen am System.

Nach dem Stand der Technik treten beim Betrieb eines Mikrotoms, insbesondere Ultramikrotoms, wesentliche Probleme beim Anrücken des Messers an das Objekt oder umgekehrt dadurch auf, daß man selbst bei der an Ultramikrotomen oder Semidünnschnitt-Geräten (vgl. hierzu H. Sitte, Ultramikrotomie, mta-journal extra Nr. 10, Umschau-Verlag Breidenstein GmbH, 1985 sowie: H. Sitte und K. Neumann, Ultramikrotome und apparative Hilfsmittel für die Ultramikrotomie, in G. Schimmel und W. Vogell, Methodensammlung der Elektronenmikroskopie, Wissenschaftliche Verlags-GmbH Stuttgart, 1983, Lieferung 11) üblichen vergrößernden Beobachtung des Objekt-Messer-Bereiches durch ein Stereomikroskop die Relativposition zwischen dem Präparat und der Messerschneide im Schneidebereich der Objektbewegung bzw. der Messerbewegung nur schwer verbindlich beurteilen kann. Die Probleme resultieren einerseits aus dem Parallaxenfehler infolge der meist zur Bahn des bewegten Elementes geneigten optischen Achse des Stereomikroskops, aus der vor dem ersten Anschnitt oftmals unregelmäßigen Oberfläche des Präparates, aus der oftmals gekrümmten Bahn des bewegten Teiles sowie aus der generellen Schwierigkeit der Einschätzung der räumlichen Lage des bewegten Teiles (z. B. Objekt gegenüber dem ortsfesten Teil (z. B. Messerschneide). Die Folge dieser Unsicherheit ist häufig entweder eine Beschädigung des Präparates und/oder der Messerschneide bei einem unbeabsichtigten Kontakt der beiden Teile miteinander in dem Fall, daß beim ersten Umlauf ("Schneidezyklus") durch die Messerschneide ein erheblich zu dicker Schnitt vom Präparat abgenommen wird, oder daß im Fall einer zu vorsichtigen Einstellung und damit eines zu großen Abstandes zwischen der Messerschneide und der Objektbahn bzw. umgekehrt zwischen der Anschnittfläche des Objektes und der Messerbahn eine unvertretbar große Anzahl erfolgloser Schneidezyklen und damit eine unvertretbar lange Wartezeit ab Beginn der Motorbewegung zur Abnahme des ersten Abschnittes durch das Messer erforderlich sind. Stellt bereits die zuletzt genannte Wartezeit aus naheliegenden Gründen eine schwere Belastung des Benutzers und eine Vergeudung wertvoller Arbeitszeit dar, so entstehen durch den an erster Stelle genannten Fehler oftmals Schäden, die nicht reparabel sind. Dies gilt sowohl für die Beschädigung wertvoller Einzelobjekte, welche oftmals das Ergebnis monatelanger Vorbereitungen sind, oder für die Beschädigung wertvoller Schneiden, beispielsweise der heute vorwiegend zur Abnahme ultradünner Schnitte verwendeten wertvollen Diamantschneiden.

Um Schäden oder unvertretbar lange Wartezeiten nach Möglichkeit auszuschließen, verwendet man nach dem Stand der Technik spezielle Anstellhilfen (z. B. Unterflurbeleuchtung zum Anstellen nach einem Anstellreflex) und erhöht die Bahngeschwindigkeit des bewegten Objektes bzw. Messers und/oder die Vorschubrate bis

zum Entstehen des ersten Schnittfragmentes. Indessen sind auch diese Maßnahmen nur zum Teil zielführend, da die Anschnittfläche vor dem ersten Anschneiden meist unregelmäßig geformt ist und daher ein Anstellen nach einem Anstellreflex nicht zuläßt, da eine Erhöhung der Bahngeschwindigkeit des bewegten Teiles die Beobachtung der Vorgänge durch Abschattungen der Messerschneide bzw. die Bewegung der Messerschneide selbst mit zunehmender Geschwindigkeit zunehmend erschwert und da schließlich dem Erhöhen der Vorschubrate Grenzen gesetzt sind, die durch die Stabilität der Messerschneide bzw. des Präparates vorgegeben sind. Insbesondere wird es für den Benutzer mit zunehmender Erhöhung der Bahngeschwindigkeit und der Vorschubrate zunehmend schwieriger, beide Parameter nach dem Entstehen des ersten Schnittfragmentes rechtzeitig in einer Weise zu ändern, welche Schäden an der Messerschneide und/oder am Präparat durch Ausbrüche, Ausrisse oder dergleichen mit Sicherheit ausschließen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Steuerung für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome der eingangs genannten Gattung zu realisieren, durch die auf einfache Weise die beim Anstellen und Anschneiden auftretenden Unsicherheiten und Risiken eliminiert werden können.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der bzw. die Sensor(en) mit einer elektronischen Steuereinrichtung zur Steuerung des Antriebsmotors und/oder des Stellmotors in Abhängigkeit von den während der Abnahme der Schnitte vom Präparat durch die Messerschneide registrierten Kräften verbunden ist (sind).

Bisher wurden Sensoren zur Aufnahme von Kräften oder der durch diese Kräfte bewirkten Änderungen am System (beispielsweise Piezoelemente oder Dehnungsmeßstreifen) für wissenschaftliche Untersuchungen über die Natur des Schneidevorganges verwendet, wobei bereits optische und akustische Anzeigen zum Einsatz kamen. Die erfindungsgemäße Idee besteht demgegenüber im wesentlichen darin, die Signale derartiger Sensoren direkt zur Steuerung des Antriebsmotors und/oder eines Stellmotors zu verwenden. Damit kann der Bahngeschwindigkeitsverlauf (Schneidegeschwindigkeit, Rückholgeschwindigkeit) über den Antriebsmotor und der Vorschub bzw. die Schnittdicke über den Stellmotor in Abhängigkeit davon, ob und wie das Präparat die Messerschneide berührt, präzise und automatisch festgelegt werden.

Sensoren der verwendeten Art zeigen den ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Objekt ebenso an, wie die Beendigung dieses Kontaktes. Hierdurch sind Beginn und Ende des Schneideprozesses exakt zu erfassen. Da die Schneidekräfte bei einem homogenen Material von der Breite des Schnittes, d. h. von seiner Abmessung parallel zur Messerschneide, abhängig sind, kann hierbei auch die Breite des Schnittes oder eine Veränderung dieser Größe durch derartige Sensoren registriert werden.

Im einfachsten Fall kann vorgesehen sein, daß der Sensor bei dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem rasch angestellten Präparat über die elektronische Steuereinrichtung die vom Antriebsmotor festgelegte Bahngeschwindigkeit des bewegten Objektes bzw. Messers sowie die vom Stellmotor festgelegte Vorschubrate bzw. Schnittdicke automatisch zurüknimmt und gleichzeitig vorzugsweise ein optisches und/oder akustisches Signal auslöst.

Soweit das Mikrotom, insbesondere Ultramikrotom,

mit einer Wechselantriebssteuerung ausgestattet ist, kann durch dieses erste Signal bereits eine Umstellung von dem zum Anstellen oftmals verwendeten raschen Einfachantrieb, bei dem das Objekt oder Messer durchgehend mit einer konstant hohen Bahngeschwindigkeit (z. B. 100 mm/sec) bewegt wird, auf einen Wechselantrieb bewirkt werden, bei dem der jeweils bewegte Teil im Schneidebereich ("Schneidefenster") sehr langsam (z. B. mit 0,1 bis 5 mm/sec) und im Rückholbereich mit einer hiervon unterschiedenen höheren Geschwindigkeit (z. B. 5 mm/sec bis 10 mm/sec) bewegt wird.

Ausgestaltungen der Erfindung sind beim Einsatz elektronischer Hilfsmittel möglich, insbesondere durch Verwendung von Mikroprozessoren oder Rechnern nach dem Stand der Technik. So kann beispielsweise der Abschnitt der langsamen Schneidebewegung im Rahmen der Bahn des jeweils bewegten Teiles mittels einer an die elektronische Steuereinrichtung angeschlossenen Registriervorrichtung, beispielsweise eines Encoders oder eines ähnlichen Elementes zur Zuordnung von Signalen eines Kraftsensors zur jeweiligen geometrischen Position, in der sich das bewegte Präparat oder Messer zum Zeitpunkt des Signals befindet, sowie zur nachträglichen Reproduktion dieser Position des jeweils bewegten Teiles verwendet werden, wobei der Schneidebereich aufgrund eingespeicherter oder vorwählbarer Daten an einen beliebigen Teil der Gesamtbahn des bewegten Teiles verschoben werden kann. Aufgrund der Charakteristik von Wechselantrieben nach dem Stand der Technik ist es unmöglich, die Umschaltung zwischen der schnellen Rückholbewegung (Bewegung z. B. mit 15 mm/sec) und dem erheblich langsameren Schneidegang (Bewegung z. B. mit 1 mm/sec) beispielsweise dann vorzunehmen, wenn das bewegte Präparat die ortsfeste Messerschneide berührt und der Sensor das entsprechende Signal gibt. Da zwischen dem Antriebsmotor und der Mechanik des Instrumentes zumindest ein flexibles Element, beispielsweise ein elastischer Transmissionsriemen, eingeschaltet ist, der die Motorvibrationen dämpft, entstehen beim Umschalten von der raschen Rückholbewegung auf die langsame Schneidebewegung Schwingungen, welche sich im angeführten Fall auf den Schnitt übertragen und als Wellen im Schnitt sichtbar werden. Die Umschaltung muß daher in einem durch Erfahrung bekannten Abstand vor dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Präparat stattfinden, wobei dieser zeitlich bzw. örtliche Abstand gewährleistet, daß die bei der Umschaltung entstandenen Vibrationen bis zum Zeitpunkt des ersten Objekt-Messer-Kontaktes abgeklungen sind. Die Ausgestaltung der Erfindung besteht daher darin, daß durch den Encoder oder eine ähnliche Registriervorrichtung die jeweilige Position des Objektes bei diesem ersten Signal festgehalten wird und daß die elektronische Steuereinrichtung für den nächsten Zyklus die Position in der Bahn des bewegten Teiles berechnet und festlegt, wo die Umschaltung vom Rückholgang zum Schneidegang stattfinden muß, wenn die bei der Umschaltung entstehenden Vibrationen bis zum Beginn des Schneideprozesses abgeklungen sein sollen. Dieser Ablauf kann sich bei jedem nachfolgenden Zyklus wiederholen, so daß auf diese Weise einer, durch die Geometrie des Präparates sowie durch das laufende Abtragen von Material von diesem Präparat bedingten, stetigen Änderung der Situation Rechnung getragen wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Umschaltung von der langsamen Schneidebewegung zum raschen Rückholgang ebenfalls

mittels des Sensors festgelegt wird und dem Ansteuern des Wechselantriebes in der Weise dient, daß unmittelbar nach Abnahme des Schnittes bzw. mit dem Wegfall der zum Abtrennen dieses Schnittes erforderlichen Kraft, der Wechselantrieb wieder von der langsamen Schneidebewegung auf die raschere Rückholbewegung umgestellt wird. Da die hierbei ebenfalls durch elastische Zwischenglieder zwischen dem Antriebsmotor und der Mechanik des Mikrotoms, insbesondere Ultramikrotoms, entstehenden Vibrationen auf die Qualität des Schnittes keinen Einfluß haben, kann diese Umschaltung von der langsamen Schneidebewegung auf den raschen Rückholgang synchron mit dem zweiten Signal des Sensors ohne Zwischenschaltung eines Mikroprozessors oder Rechners zum Verschieben der Position der Umschaltung relativ zur Position, bei der das zweite Signal registriert wird, stattfinden. Die Ausgestaltung ist daher nicht nur vorteilhaft im Hinblick auf den geringen erforderlichen Aufwand, sondern minimiert gleichzeitig die "Zyklusdauer", also den zeitlichen Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Schneideprozessen, wobei eine minimale Zyklusdauer im Hinblick auf thermische Störungen gerade im Bereich der Ultramikrotomie in der Regel angestrebt wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann darin bestehen, daß durch einen Vergleich des auf die zeitlichen oder auf die geometrischen Koordinaten bezogenen Verlaufes der Signalstärken bei aufeinander folgenden Schneideprozessen festgestellt wird, ob die Größe der Anschnittfläche beim Anschneiden des Objektes von Schnitt zu Schnitt zunimmt oder ein Maß erreicht hat, bei dem nunmehr geringe Änderungen von Schnitt zu Schnitt auftreten, welche ausschließlich durch die Geometrie des Präparates (Blockes) bedingt sind. In aller Regel ist es auch bei einer im Rahmen der methodischen Möglichkeiten perfekten Objekt-Messer-Justage nicht möglich, die gesamte vorgeschchnittene Präparatfläche bereits in einem ersten Schnitt der für Mikrotome bzw. Ultramikrotome üblichen Dicke (z. B. 5 µm bzw. 0,1 µm) abzunehmen. Vielmehr entsteht zunächst in aller Regel eine Reihe von Fragmenten, die lediglich einen Teil der vorgeschrittenen Fläche repräsentieren (vgl. H. Sitte, 1985), l.c., Abb. 24a, Fragmente F<sub>1</sub> bis F<sub>4</sub>). Solange derartige Fragmente abgenommen werden, verändert sich von einem zum nächstfolgendem Schneideprozeß jeweils der Kraft/Zeit-Verlauf bzw. der Kraft/Ort-Verlauf so lange, bis die Anschnittfläche im Rahmen der neuen Schneideserie das volle Ausmaß der vorgeschrittenen Fläche erreicht hat (vgl. Schnitte U<sub>1</sub> bis U<sub>4</sub> der oben zitierten Abb. 24a). Die Ausgestaltung der Erfindung kann im einfachsten Fall darin bestehen, daß der Kraft/Zeit- bzw. Kraft/Ort-Verlauf bei den aufeinanderfolgenden Schneideprozessen verglichen und daß eine weitgehende Konstanz dem Benützer durch ein optisches und/oder akustisches Signal angezeigt wird, wobei die Elektronik zwischen den raschen Änderungen beim Anschneiden und den stets durch die Blockgeometrie, beispielsweise die in der Ultramikrotomie übliche Pyramidenform des Präparatblockes, gegebenen geringfügigen Änderungen im weiteren Verlauf der Schneideserie unterscheidet und in diesem Zusammenhang nur die an erster Stelle angeführten raschen Änderungen berücksichtigt. Da man im Hinblick auf eine möglichst rasche Arbeit wie im Hinblick auf die begrenzte Standzeit der Messerschneiden, insbesondere der in der Ultramikrotomie häufig verwendeten Glasschneiden, daran interessiert ist, bis zum Erreichen der vollen Schnittfläche so dick als möglich zu schneiden,

ermöglicht dieses Signal dem Benutzer die Umschaltung des Wechselantriebes und/oder der Vorschub-Einstellung auf geringere Werte exakt zum richtigen Zeitpunkt. Das beschriebene erfindungsgemäße System bzw. der beschriebenen Ablauf der Schnittpräparation an einem derartigen System bewährt sich nicht nur beim neuerlichen Anschneiden von bereits vorgeschrittenen Flächen, sondern im besonderen Ausmaß beim ersten Anschneiden eines noch nicht vorgeschrittenen Blockes, da hierbei das Anstellen des Messers an das Objekt wegen des Fehlens des Anstellreflexes (vgl. H. Sitte, 1985, l.c., Sn. 20—22 sowie Abbn. 22 und 23) erheblich schwieriger ist, so daß die automatische Umschaltung nach dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Block besonders vorteilhaft ist. Ebenso ist das Erreichen der vollen Schnittfläche beim Zuschneiden eines nicht vorgeschrittenen Blockes oftmals schwerer zu erkennen, als beim Anschnitt vorgeschrittener Flächen. Da die Verlaufskurven beim Anschneiden nicht vorgeschrittener Flächen ähnlich wie die Verlaufskurven beim Anschneiden vorgeschrittener Blöcke ausgebildet sind, ist auch dieses Problem mit der erfindungsgemäßen Anordnung leicht zu bewältigen.

Eine vorteilhafte weitere Ausgestaltung des im vorangehenden Absatz beschriebenen Systems kann darin bestehen, daß die hierin erwähnte Umschaltung des Wechselantriebes und/oder der Vorschubeinstellung auf geringere Werte vom System selbst automatisch nach einem vorgegebenen oder vorwählbaren Programm erfolgt, sowie, daß in einer weiteren Ausgestaltung der Wechsel von einem zum nächstfolgenden Programmabschnitt durch optische und/oder akustische Signale (z. B. kurzer Hupton) dem Benutzer angezeigt wird.

Eine weitere Ausgestaltung kann darin bestehen, daß die jeweils im Rahmen des Programmes automatisch eingestellten Werte für die Schneidebewegung (z. B. Bahnlänge und Geschwindigkeit) sowie für den Vorschub (z. B. Schnittdicke, Schnittzahl und totale Einschnitttiefe) beispielsweise auf einem Display zur Information des Benützers angezeigt werden.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung kann darin bestehen, daß die im Rahmen des Programmes vorgegebenen oder vorwählbaren Wertepaare für die Bahngeschwindigkeit des jeweils bewegten Teiles sowie für den Vorschub des Messers und Präparates gegeneinander (Schnittdicke) nachträglich vom Benutzer nach den jeweils erzielten Resultaten mit entsprechenden Einstell-elementen, beispielsweise mittels eines Drehknopfes bzw. eines Tasters zum Erhöhen und eines Tasters zum Reduzieren eines Wertes, korrigiert werden können, wobei die korrigierten Werte wiederum am Display angezeigt werden.

Insgesamt ermöglicht das erfindungsgemäße System demnach bei der beschriebenen vollen Ausgestaltung einen weitgehend automatischen Betrieb des Mikrotoms, insbesondere Ultramikrotoms beim Anschneiden, wobei zunächst die bislang erforderliche, besonders präzise Objekt-Messer-Justage, die eine große Erfahrung und Sorgfalt des Benützers voraussetzt, weitgehend durch die Automatik kompensiert und übernommen wird. Der Anschneidprozeß beginnt bei einem vergleichsweise großen Abstand zwischen der Messerschneide und dem Präparatblock (z. B. etwa 1 bis 10 µm im Bereich der Ultramikrotomie, bzw. etwa 0,01 bis 0,1 mm im Bereich der normalen Mikrotomie), einem sehr raschen Lauf des bewegten Teiles im Einfachantrieb (z. B. 100 mm/sec) und einem vergleichsweise gro-

Ben Vorschub pro Zyklus (z. B. 2 µm im Bereich der Ultramikrotomie) bei einer minimalen Zyklusdauer (z. B. 1 sec). Dieses rasche Annähern führt deswegen kein erhöhtes Risiko ein, weil beim ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Präparat durch den Sensor das Signal gegeben wird, das die Umschaltung auf einen Wechselantrieb mit einer geringeren Schneidegeschwindigkeit und einem mittleren Vorschub/Zyklus automatisch bewirkt, sowie weil bei dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Objekt in aller Regel nur ein kleines Fragment der bereits bestehenden bzw. der später entstehenden Anschnittfläche abgenommen wird. Diese nach dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide und dem Objekt abgeänderte Einstellung der Schneidegeschwindigkeit und des Vorschubes wird so lange aufrecht erhalten, bis der Vergleich der Verlaufskurven "Kraft/Zeit" bzw. "Kraft/Ort" aufeinanderfolgender Schneideprozesse annähernd identische Verläufe ergibt und die Umschaltung auf die definitiven Werte für die Schneidegeschwindigkeit und den Vorschub im Rahmen dieser Automatik bewirkt und dem Benutzer anzeigt. Bis zu diesem Zeitpunkt ist im Falle der vollen Ausgestaltung der Erfindung der Benutzer von jeder Bedienungsmanipulation befreit. Der Ablauf erfolgt in der kürzest möglichen Zeit und ohne das Risiko jedweder Fehlbedienung. Nach der letzten Umschaltung hat der Benutzer die Möglichkeit, die Schnittdicke oder die Schneidegeschwindigkeit bei Bedarf im wünschenswerten Umfang zu verändern, um die von ihm angestrebten optimalen Resultate zu erreichen.

Eine weitere sinnvolle Ausgestaltung dieses Systems kann schließlich darin bestehen, daß die von den Sensoren registrierten Kräfte bzw. abgegebenen Signale durch eine externe Buchse am Steuergerät oder an einem anderen Teil des Systemes zum Zwecke einer externen laufenden Registrierung, beispielsweise mit Hilfe eines angeschlossenen Oszilloskopes oder Schreibens, abgenommen werden können. Diese Ausgestaltung ermöglicht auf einfache Weise die Durchführung wissenschaftlicher Arbeiten zum Studium des Schneideprozesses. Es ist darüber hinaus im Rahmen einer ähnlichen Ausgestaltung möglich, Vibrationen während der Schnittabnahme zu registrieren und nach ihrer Frequenz und Amplitude zu erfassen, indem man dem Kraft/Zeit-Verlauf durch einen externen oder in die Elektronik des Gerätes integrierten Rechner analysiert, um hier periodische Veränderungen zu erfassen. Da nieder- und hochfrequente Vibrationen ein gängiges Problem bei der Herstellung ultradünner Schnitte darstellen (vgl. hierzu u. a. H. Sitte, Ultramikrotomie — Häufige Probleme und Fehler, im "Supplement Mikroskopie/Elektronenmikroskopie Jänner 1982", GIT-Verlag Ernst Giebler, Darmstadt, Seiten 9 bis 23, insbesondere Abschnitt 3, Vibrationen, Seiten 11f sowie Abbn. 1 und 2), stellt eine Anzeige derartiger Vibrationen, insbesondere bei Angabe der Frequenzen und Amplituden auf einem Display, eine wertvolle Hilfe bei der Präparation ultradünner Schnitte dar. Ebenso kann die Ausgestaltung dadurch sinnvoll ergänzt werden, daß die im jeweils abgeschlossenen Schneidevorgang registrierten Kräfte auf einem Display angezeigt werden, wobei die Elektronik entweder einen Mittelwert anzeigen kann oder im Rahmen einer Diskriminierung jeweils die minimalen und/oder die maximalen Schneidekräfte ausweisen kann.

Schließlich kann ein akustisches System, beispielsweise eine Hupe, den Benutzer warnen, wenn die Kräfte (k, -k) einen Grenzwert übersteigen und damit verhindern,

daß die Schnittpräparation mit untauglichen Mitteln, beispielsweise mit einer bereits abgenutzten und daher stumpfen Klinge, weiter fortgesetzt werden.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung sowie ihrer Ausgestaltungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Systems an Hand der beigefügten Zeichnungen. In diesen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 ein Ultramikrotom in teilweise geschnittener schematischer Seitenansicht mit einer beispielhaften alternativen Anordnung von Kraftsensoren bzw. eines Längensensors an der Messerhalterung bzw. am System für die Objekthalterung und -führung,

Fig. 2 eine schematische Vorderansicht auf eine vorgeschchnittene Anschnittfläche sowie die dazu gehörende Seitenansicht und Aufsicht zur Erläuterung des Entstehens von Fragmenten beim Anschneiden einer vorgeschrittenen Fläche, sowie

Fig. 3 einen stärker vergrößerten Ausschnitt des Bereiches um das Objekt und Messer aus der Seitenansicht der Fig. 1 zur Erläuterung der Bewegungsabläufe im Rahmen der Wechselantriebssteuerung.

Fig. 4 ein exemplarisches Beispiel für den Kraft/Zeit-Verlauf beim Anschneiden eines Objektes der in Fig. 2 schematisch dargestellten Art.

Das in Fig. 1 beispielhaft dargestellte Gerät ist ein Ultramikrotom, dessen konstruktiver Aufbau im wesentlichen am Stand der Technik entspricht. Am Stativsockel 1 ist ein Lagerträger 2 befestigt, an dem über das Lager 3 ein Zwischenhebel 4/4', sowie an diesem über das Lager 5 der Präparatträgerstab 6 mit dem Präparat 7 angelenkt ist. Ebenfalls am Stativ 1 ist auf der anderen Seite ein Kreuzsupport 8 befestigt, der mittels eines Trägers 9/9' das Messer 10 mit der Schneide 11 haltet. Bei Ultramikrotomen ist das Messer 10 meist mit einem Sammelbecken 12 versehen, das der Aufnahme von Wasser 13 dient, auf dessen Oberfläche die fragilen Ultradünnschnitte abschwimmen. Zum Bewegen des Präparates ist beispielsweise am Präparatträgerstab 6 über das Lager 14 ein Steuerhebel 15/15' angelenkt, dessen unteres Ende vom Lager 16 auf einer Kreisbahn bewegt wird, welches aus einer Drehung der Scheibe 17 auf der Antriebswelle 18 resultiert. Die Scheibe 17 bzw. Antriebswelle 18 wird über eine elastische Transmission 19 durch den Kollektormotor 20 angetrieben, wobei diese Drehbewegung durch den ebenfalls über eine Transmission 21 angebundenen Encoder 22 registriert wird und sowohl der Encoder 22, als auch der Motor 20 an die elektronische Steuereinrichtung 25 im Steuergerät 26 angeschlossen sind. Bei einer Drehung der Antriebswelle 18 mit der Scheibe 17 resultiert eine schwingende Auf-Ab-Bewegung des Stabes 6 mit dem Präparat 7 bzw. ein Präparathub H. Im Bereich der Ultramikrotomie hat es sich als notwendig erwiesen, das Präparat 7 abseits der Messerschneide 11 in seine Ausgangsstelle über der Messerschneide zurückzuführen ("Single Pass-Bewegung", vgl. H. Sitte, 1985, l.c.): Der hierfür erforderliche Rückzug  $\rightarrow R$  wird nach dem Stand der Technik beispielsweise durch einen von der Elektronik 25 angesteuerten Hubmagneten 24 bewirkt, dessen Bolzen 24' nach Fig. 1 am waagerechten Arm 4' des Zwischenhebels 4/4' während der Aufwärtsbewegung des Präparates 7 angreift. Darüber hinaus bewirkt eine ebenfalls durch die elektronische Steuereinrichtung 25 vollzogene Vorschubbewegung V beispielsweise mittels einer an einen Schrittmotor 23 angeschlossenen Mikrometer-spindel 23', über eine Spindelmutter 35 und ein Auflage-

element 36 den zum Herstellen der Schnitte erforderlichen Vorschub  $\rightarrow V$  des Objektes 7 gegen die Messerschneide 11. Da die Anschnittflächen in der Ultramikrotomie das Ausmaß von 1 mm<sup>2</sup> kaum überschreiten, dient zum Beobachten des Schneideprozesses in der Regel ein Stereomikroskop 30 mit einer Beleuchtung 31, die beispielsweise an einer Halterung 32 justierbar befestigt sind, die ihrerseits an der Abdeckung 33 montiert ist.

Vor dem Beginn des Schneidens muß nach Fig. 2 die Schneide 11 des Messers 10 an die meist vorgeschchnittene ("getrimmte") Anschnittfläche 7' des Präparates 7 so weit herangerückt ("angestellt") werden, daß zwischen der Messerschneide 11 und der Anschnittfläche 7' nur mehr ein geringer Abstand A bestehen bleibt (vgl. H. Sitte, 1985, l.c.). Dabei ist entscheidend, daß die Schneide 11 des Messers 10 exakt parallel zur Anschnittfläche 7' des Blockes 7 ausgerichtet wird (vgl. Aufsicht in Fig. 2, oben). Ist die Fläche 7' zur Schneide 11 um einen Winkel  $\alpha$  verdreht, so muß vom Block so lange Material abgetragen werden, bis hieraus die neue Anschnittfläche 7a resultiert. Ebenso muß die Anschnittfläche 7' parallel zur Bahn BB' ausgerichtet sein, welche das Objekt 7 um das Lager 5 bei der Schneidebewegung ausführt. Ist die Fläche 7' zur Bahn BB' um den Winkel  $\beta$  geneigt (vgl. Seitenansicht in Fig. 2, rechts), so muß zunächst so lange Material vom Block 7 abgenommen werden, bis eine neue Anschnittfläche 7b entstanden ist. In beiden Fällen resultiert aus der falschen Justierung ein wesentlicher Material- und Zeitverlust. Soweit die Anschnittfläche glatt vorgeschritten ist, kann der Reflex der Schneide 11 in der Anschnittfläche 7' mit dem zur Präparatbahn geneigten Stereomikroskop 30 nach Fig. 1 zum Justieren und zum Anstellen verwendet werden. Trotzdem bedarf dieser Anstellvorgang, wie bereits dargelegt, großer Übung und Sorgfalt und stellt einen Abschnitt der Schnittpräparation dar, der erfahrungsgemäß Schwierigkeiten verursacht. Wird der Abstand A zu groß belassen, so ist trotz einer einwandfreien Justage nach Fig. 2 ( $\alpha = 0$ ;  $\beta = 0$ ) eine lange Wartezeit bzw. eine große Anzahl von Schneidezyklen nötig, bis der erste Schnitt entsteht, da dem Vorschub im Hinblick auf Messer und Präparat Grenzen gesetzt sind. Wird beim ersten Durchgang jedoch infolge einer fehlerhaften Anstellung oder eines zu groß gewählten Vorschubs pro Zyklus ein zu dicker Schritt abgenommen, so wird oftmals das Präparat durch Ausrisse, Brüche oder Spalten unbrauchbar oder die Messerschneide beschädigt. Insgesamt ergeben sich hierdurch die bereits eingangs diskutierten Probleme.

Ziel der Erfindung ist es daher, wie ebenfalls bereits diskutiert, die Geschicklichkeit, die Übung und den Zeitaufwand, welche für das Anschneiden nach dem Stand der Technik unerlässlich sind, durch den Einsatz einer Automatik zumindest zu einem großen Teil überflüssig zu machen. Hierbei wird in der bereits beschriebenen Weise ein Sensor verwendet, der in an sich bekannter Weise die zum Abtrennen der Schnitte erforderlichen Kräfte k bzw. die auf die Messerschneide wirkenden Zwangskräfte -k registriert und beispielsweise in Form eines Piezoelementes 27 (Fig. 1 und Fig. 3) unter dem Messer 10 in den Messerträger 9/9' oder in Form eines Piezoelementes 28 in den Steuerhebel 15/15' integriert ist oder in Form eines Dehnungsmeßstreifens 29 am Präparatträgerstab 6 befestigt ist, wobei diese Sensoren an die elektronische Steuereinrichtung 25 angeschlossen sind, welche ihre Signale verarbeitet. Im allgemeinen kommt jeder Sensor infrage, der beispielsweise Kräfte, Drücke oder Längenänderungen, welche sich

beim Schneiden infolge der Schneidekräfte ergeben, mit der erforderlichen Genauigkeit registriert. Sensoren der angeführten Gattung können an allen Elementen der Mechanik des Mikrotoms, insbesondere Ultramikrotoms, angebracht oder in diese integriert werden, welche durch die Schneidekräfte unterschiedlichen Kräften oder Drücken ausgesetzt sind bzw. eine Änderung ihrer geometrischen Form vollziehen, wie dies beispielsweise beim Präparatträgerstab 6 infolge einer geringfügigen Durchbiegung der Fall ist.

Während das Anstellen innerhalb der methodisch gesetzten Grenzen in der bereits beschriebenen Weise möglichst rasch, d. h. bei hoher Bahngeschwindigkeit des bewegten Teiles und bei hoher Vorschubrate, erfolgt, vollzieht man das weitere Anschneiden langsam. Nach dem Stand der Technik wird das Präparat nach Fig. 3 hierbei im Schneidebereich ("Schneidefenster" S) des Hubes H auf seiner abwärts gerichteten Bahn langsam geführt, im Hinblick auf die gewünschte Minimierung der Zyklusdauer jedoch im Rest seiner Bahn rasch, wobei die Bahn abwärts vom Punkt A zum Punkt B verläuft, nach einem Rückzug R des Präparates (B→C) vom Punkt C bis zum Punkt D aufwärts, wobei sich das Präparat nach einem neuerlichen Vorschub V (D→A) wiederum in seiner Ausgangsstellung A über der Schneide 11 des Messers 10 befindet. Im Rahmen der Wechselantriebssteuerung wird die Bahngeschwindigkeit des Präparates 7 im gewählten Beispiel nach Fig. 1 und 3 bei Erreichen des ersten Umschaltpunktes  $U_1$  von der raschen Rückholgeschwindigkeit  $v_R$  auf die geringere Schneidegeschwindigkeit  $v_S$  abgebremst, bei Erreichen des Umschaltpunktes  $U_2$  von dieser wieder auf die höhere Rückholgeschwindigkeit  $v_R$  beschleunigt. Da diese Geschwindigkeitswechsel durch elektronisch geregelte Antriebe sehr rasch vollzogen werden und diese raschen Wechsel im Hinblick auf reproduzierbare Bewegungsabläufe sowie auf die gewünschte minimale Zyklusdauer zwingend sind, treten sowohl bei dem Abbremsen ( $U_1$ ) als auch beim neuerlichen Beschleunigen ( $U_2$ ) als Folge der elastischen Transmission 19 (Fig. 1) Vibrationen auf. Diese Vibrationen müssen vor der Abnahme des Schnittes abgeklungen sein, da sie sich sonst in der Form periodischer dickerer und dünnerer Zonen im Schnitt ("Chatter" bzw. "Wellen") manifestieren und diesen Schnitt dadurch unbrauchbar machen. Das Schneidefenster S wird daher üblicherweise nach Fig. 3 in einer Weise asymmetrisch angeordnet, daß die erste Umschaltung  $U_1$  in einem größeren Abstand über der Schneide 11 des Messers 10 stattfindet, daß demgegenüber aber die zweite Umschaltung  $U_2$  möglichst umgehend nach Abschluß der Schnittabnahme stattfindet und damit die Zyklusdauer möglichst gering gehalten wird. Abgesehen von dem Anstellen auf einen möglichst geringen, aber sicher reproduzierbaren Abstand A bereitet die korrekte Anordnung des Schneidefensters S in der Praxis aus den bereits dargelegten Gründen ernste Schwierigkeiten, die durch das erfindungsgemäße System zum automatischen Anschneiden eliminiert werden können.

Zunächst ist es nach der Erfindung möglich, den ersten Kontakt zwischen dem Objekt 7 und der Schneide 11 des Messers 10 aufgrund des ersten Signales eines Sensors 27, 28 oder 29 sowohl zeitlich als mit Hilfe des Encoders 22 auch örtlich klar zu definieren und in weiterer Folge danach die Lage des Umschaltpunktes  $U_1$  bzw. seinen Abstand zur Messerschneide aufgrund von Erfahrungswerten für die nachfolgenden Schneidezyklen so festzulegen, daß die beim Umschalten entste-

henden und in der vorangehenden Beschreibung bereits definierten Vibrationen bis zum Beginn des nachfolgenden Schneideprozesses abgeklungen sind. In der Regel wird bei dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide 11 und dem Objekt 7 von dieser lediglich ein Fragment  $F_1$  abgenommen, dessen Form in der Vorderansicht der Fig. 2 beispielhaft dargestellt ist. Der nach diesem Beispiel zu erwartende, mit einem Sensor 27 oder 28 aufgenommene, Kraft/Zeit-Verlauf ist in Fig. 4 schematisch im Bereich  $F_1$  wiedergegeben. Man erkennt, daß zumindest ein Signal ( $S_1$ ) in jedem Fall hinreichend deutlich ist, um die Umschaltung vom schnellen Einfachantrieb auf den langsameren Wechselantrieb in der bereits geschilderten Weise automatisch zu vollziehen. In den nachfolgenden Schneidezyklen werden die Fragmente  $F_2$ ,  $F_3$  und  $F_4$  abgenommen, wobei sich von  $F_2$  bis  $F_4$  die Abmessungen der Fragmente stetig vergrößern. Im nachfolgenden fünften Schneidezyklus ist im Rahmen dieses Beispiels, welches der Schneidepraxis entspricht, der Anschneidevorgang abgeschlossen. Spätestens beim Abschluß dieses Anschneidevorganges erreicht der Kraft/Zeit-Verlauf die für das Fragment  $F_4$  in Fig. 4 schematisch dargestellten Form, bei der beide Signale  $S_1$  und  $S_2$  mit einem hohen  $dk/d_t$  durch die Elektronik erfaßt und verarbeitet werden können. Damit ist für Anschnittflächen nach Fig. 2 mit zwei zur Messerschneide MS parallelen Kanten eine weitere Ausgestaltung der Erfindung möglich, wobei das erste Signal  $S_1$  nach Fig. 4 zur automatischen Festsetzung des Umschaltpunktes  $U_1$ , das zweite Signal  $S_2$  zur Auslösung der Umschaltung  $U_2$  herangezogen wird. Die automatische Festlegung des Umschaltpunktes  $U_1$  erfolgt auf der Grundlage von Erfahrungswerten, welche die zeitliche Dauer der durch die Umschaltung  $U_1$  ausgelösten Vibrationen unter Berücksichtigung der vorgegebenen oder vorgewählten Bahngeschwindigkeiten  $v_R$  und  $v_S$  festlegen. Hierbei ist aus dem Signal  $S_1$  über den Encoder 22 der geometrische Ort bekannt, an dem das Präparat 7 die Schneide 11 des Messers 10 berührt. Es kann daher durch die Elektronik aus dem angeführten Signal  $S_1$  und den angeführten Werten der Ort berechnet werden, an dem die Umschaltung  $U_1$  stattfinden muß, wenn der angeführten Bedingung entsprochen werden soll. Die Ansteuerung des Antriebsmotors 20 erfolgt wiederum durch die elektronische Steuereinrichtung 25 mittels des Encoders 22. Die Umschaltung  $U_2$  wird durch diese Steuereinrichtung 25 unmittelbar durch das Signal  $S_2$  ausgelöst, wie bereits oben beschrieben.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht in der ebenfalls oben beschriebenen Weise darin, die Kraft/Zeit-Verläufe in den Abschnitten  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  usw. zu vergleichen und hieraus den Schluß abzuleiten, in welchem Zyklus der Anschneidevorgang abgeschlossen ist. Im Rahmen des anhand von Fig. 2 und Fig. 4 gegebenen Beispiels verändert sich der Kraft/Zeit-Verlauf von  $F_1$  zu  $F_2$ , von  $F_2$  zu  $F_3$  und von  $F_3$  zu  $F_4$ , wogegen er in den nachfolgenden Zyklen  $F_5$  ff annähernd konstant bleibt, wenn man von der durch die Pyramidenform des Blockzuschchnittes vorgegebenen stetigen Erhöhung der Kräfte bzw. Verlängerung der Zeitabschnitte absieht, die jedoch durch die elektronische Steuereinrichtung 25 leicht von den Veränderungen im Bereich  $F_1 \rightarrow F_4$  unterschieden werden können. Durch den Vergleich zwischen den Abschnitten  $F_4$  und  $F_5$  ergibt sich eindeutig das Ende des Anschneidens. Die elektronische Steuereinrichtung 25 schaltet daher nach  $F_5$  und vor  $F_6$  automatisch in der bereits dargelegten Weise auf eine geringere Schnittdicke und eine geringere Bahngeschwindig-

keit um und gibt dem Benutzer ein optisches und/oder akustisches Signal.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht in der bereits oben dargelegten Weise darin, daß der Benutzer nach dem Abschluß der im vorangehenden Abschnitt beschriebenen automatischen Anstellung bzw. nach dem Signal und der letzten Umstellung durch zwei gesonderte Einstellelemente, beispielsweise durch zwei Drehpotentiometer, die automatisch im Schneidebereich vorgegebene Bahngeschwindigkeit  $v_s$  des Objektes bzw. den ebenfalls automatisch vorgegebenen Vorschub korrigieren und damit die für das Schneiden entscheidenden Parameter im Rahmen manueller Eingriffe optimieren kann, wobei das jeweils vorgewählte bzw. im Rahmen einer Korrektur abgeänderte Wertepaar für die Schneidegeschwindigkeit und den Vorschub in der bereits geschilderten Weise durch ein Display oder auf andere Weise angezeigt wird.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung ist schließlich dadurch möglich, daß die Signale des Sensors 27, 28 oder 29 nach Fig. 1 an einer Buchse 34, die beispielsweise an der Verschaltung 26 des Steuergerätes angeordnet sein kann, extern abgenommen und mit einem nachgeschalteten System ausgewertet werden können. In einer Variation dieser Ausgestaltung ist es möglich, die Auswertung in der bereits beschriebenen Weise auch innerhalb des Systemes durch entsprechende Elemente der elektronischen Steuereinrichtung 25 zu vollziehen und die hierbei anfallenden Resultate am Gerät, beispielsweise an einem Display des Steuergerätes 26 auszuweisen.

Die gegenständliche Erfindung kann in Anpassung an die unterschiedlichen Bedürfnisse der Praxis sowie an die unterschiedlichen Konstruktionen von Mikrotomen und Semidünnschnittgeräten, insbesondere Ultramikrotomen in unterschiedlichen Ausführungsformen und Kombinationen verwirklicht werden, ohne ihren Erfindungscharakter einzubüßen. Insbesondere kann die Erfindung bei unterschiedlichen und von dem Ultramikrotomsystem nach Fig. 1 abweichenden Halterungen und Bewegungen des Objektes bzw. Messers realisiert werden: Dies gilt beispielsweise für Schlitten- oder Grundschlittenmikrotome bzw. Rotations-(Minot)-Mikrotome herkömmlicher Bauart mit einer ausschließlich geradlinigen und nicht kreisförmigen Führung des Präparates bzw. Messers, soweit der Vorschub über Stellmotoren vollzogen wird und die Schneidebewegung automatisch bzw. über einen Motorantrieb mit Hilfe einer elektronischen Steuereinrichtung erfolgt, die vorzugsweise an ein Encoder (Winkelkodierer) entsprechendes System angeschlossen ist.

Insbesondere kann das automatische Anstellen und Schneiden auch bei Mikrotomen im Sinne der Erfindung realisiert werden, die keine Wechselantriebssteuerung aufweisen, bei denen jedoch das Anstellen, das Anschneiden und das Schneiden mit jeweils unterschiedlichen Bahngeschwindigkeiten des bewegten Teiles sowie mit zumindest teilweise unterschiedlichen Vorschüben vollzogen wird. Es ist hierbei unwesentlich, ob das Objekt oder das Messer nach dem Abnehmen des Schnittes durch eine Relativbewegung im Sinne des "Single-Pass-Prinzips" voneinander vorübergehend entfernt werden, wie dies anhand der Elemente 24/24'/4/4'/6 im Rahmen des Rückzugs R mit Fig. 1 und 3 beispielhaft beschrieben wurde. Es ist unerheblich ob ein Kraft/Zeit-Verlauf mittels eines Kraft- oder Druck-Sensors oder ob an dessen Stelle ein homologer Längen/Zeit-Verlauf oder sonstiger Verlauf mit einem

Sensor anderer Art, beispielsweise mit einem Dehnungs-Meßstreifen registriert und zur Steuerung verwendet wird.

Ebenso ist es unerheblich und für die Verwirklichung der Erfindung gleichgültig, ob an Stelle der erwähnten Piezo-Elemente oder Dehnungs-Meßstreifen andere Sensoren oder Einrichtungen zur Messung der Kräfte, Drücke oder Längenänderungen herangezogen werden, soweit diese die für die Verwirklichung der Erfindung erforderliche Genauigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit gewährleisten. Darüber hinaus ist es für die Verwirklichung des Erfindungsgedankens unerheblich, auf welche Weise und mit welchen Elementen die verschiedenen Bahngeschwindigkeiten  $v_s$  bzw.  $v_R$  des jeweils bewegten Teiles sowie die Vorschübe (Schnittticken) vorgewählt, verändert und dem Benutzer angezeigt werden. Gleiches gilt für die Art der Signale, welche dem Benutzer über die Änderung einzelner Parameter oder die verschiedenen Funktionsabläufe informieren.

#### Patentansprüche

1. Automatische Anschneidevorrichtung für Mikrotome, insbesondere Ultramikrotome, mit einem durch einen Antriebsmotor bewegten Objekt oder Messer, mit einem durch einen Stellmotor erzeugten Vorschub im Wege einer Relativbewegung zwischen der Messerschneide und dem Objekt zum Erzeugen der Schnitte und mit mindestens einem Sensor zur Aufnahme der aus dem Abtrennen der Schnitte resultierenden Kräfte oder der durch diese Kräfte bewirkten Änderungen am System, **dadurch gekennzeichnet**, daß der bzw. die Sensor(en) (27, 28, 29) mit einer elektronischen Steuereinrichtung (25) zur Steuerung des Antriebsmotors (20) und/oder des Stellmotors (23) in Abhängigkeit von den während der Abnahme der Schnitte vom Präparat (7) durch die Messerschneide (11) registrierten Kräften ( $k$ ,  $-k$ ) oder der von diesen Kräften bewirkten Änderungen am System verbunden ist (sind).

2. Automatische Anschneidevorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine elektronische Steuereinrichtung (25) zur automatischen Zurücknahme der vom Antriebsmotor (20) festgelegten Bahngeschwindigkeit des bewegten Objektes (7) bzw. Messers sowie der vom Stellmotor (23) festgelegten Vorschubrate bzw. Schnittdicke in Abhängigkeit von den bei dem ersten Kontakt zwischen der Messerschneide (11) und dem rasch angestellten Präparat (7) abgegebenen Signalen aus dem Sensor (27, 28, 29).

3. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine elektronische Steuereinrichtung (25) zur automatischen Umschaltung von einem raschen Einfachantrieb (20, 19, 18, 16, 15'/15), bei dem sich der Antriebsmotor mit im wesentlichen konstanter Drehzahl dreht, auf einen an sich bekannten Wechselantrieb mit reduzierter Schneidegeschwindigkeit ( $v_s$ ) im Schneidebereich (S) und erhöhter Rückholgeschwindigkeit ( $v_R$ ) außerhalb des Schneidebereichs in Abhängigkeit von den beim ersten Kontakt zwischen der Messerschneide (11) und dem Objekt (7) abgegebenen Signalen aus dem Sensor (27, 28, 29).

4. Automatische Anschneidevorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine an sich bekannte, mit der elektronischen Steuereinrichtung

(25) verbundene Registriervorrichtung zum Registrieren der relativen Lage von Präparat (7) und Messerschneide (11), beispielsweise ein die Stellung einer vom Antriebsmotor (20) angetriebenen Welle erfassender Winkelencoder (22) oder dgl. vorgesehen ist, und daß die elektronische Steuereinrichtung (25) in Abhängigkeit von dem bei der Berührung des Objektblockes (7) mit der Messerschneide (11) entstehenden Signal (S) des Sensors (27, 28, 29) und dem von der Registriervorrichtung (22) abgegebenen Signal den Antriebsmotor (20) derart steuert, daß die Umschaltung ( $U_1$ ) von einer raschen Rückholgeschwindigkeit ( $v_R$ ) zu einer langsamen Schneidegeschwindigkeit ( $v_S$ ) in einer Position des bewegten Präparates (7) oder Messers erfolgt, welche bei vorgegebenen Bahngeschwindigkeiten ( $v_S$ ,  $v_R$ ) ein Abklingen der bei der Umschaltung ( $U_1$ ) entstehenden Vibrationen bis zum nachfolgenden Kontakt zwischen der Messerschneide (11) und dem Präparat (7) gewährleistet.

5. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine elektronische Steuereinrichtung (25) zur unmittelbaren Umschaltung vom langsamen Schneidegang ( $v_S$ ) auf den raschen Rückholgang ( $v_R$ ) aufgrund des von dem Sensor (27, 28, 29) beim Abschluß des Schneidevorganges abgegebenen Signales ( $S_2$ ).

6. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine elektronische Steuereinrichtung (25) zum Vergleich der während der Abnahme ( $S_1 \rightarrow S_2$ ) aufeinanderfolgender Schnitte  $F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_3 \rightarrow \dots$  vom Sensor (27, 28, 29) eingehenden Signalverläufe und zur automatischen Umschaltung des Antriebsmotors (20) auf eine niedrige Schneidegeschwindigkeit ( $v_S$ ) und/oder des Stellmotors (23) auf einen niedrigen Vorschub (V) bzw. auf eine niedrigere Schnittdicke, sobald bei zwei aufeinanderfolgenden Schnitten weitgehend identische Signalverläufe vorliegen.

7. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die von der elektronischen Steuereinrichtung (25) nach dem Wechsel der Schneidegeschwindigkeit ( $v_S$ ) und des Vorschubs (V) bzw. der Schnittdicke automatisch festgelegten Werte manuell innerhalb vorgegebener Grenzen korrigierbar sind.

8. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Ermittlung und Anzeige der im Rahmen des jeweils letzten abgeschlossenen Schneidevorganges registrierten minimalen und/oder maximalen Kräfte ( $k$ ,  $-k$ ).

9. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine optische und/oder akustische Signaleinrichtung zur Anzeige des Überschreitens eines vorgegebenen oder vorgewählten Grenzwertes für die Kräfte ( $k$ ,  $-k$ ).

10. Automatische Anschneidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine elektronische Auswerteschaltung zur Verarbeitung der von den Kraftsensoren (27, 28, 29) abgegebenen Signale und eine daran angeschlossene Anzeigeeinheit zur Anzeige periodischer Änderungen im Kraft/Zeit-Verlauf.

11. Automatische Anschneidevorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine Anzeigeeinheit zur Wiedergabe der Frequenz sowie der Amplituden der periodischen Änderungen im Kraft/Zeit-Verlauf.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

Fig. 1

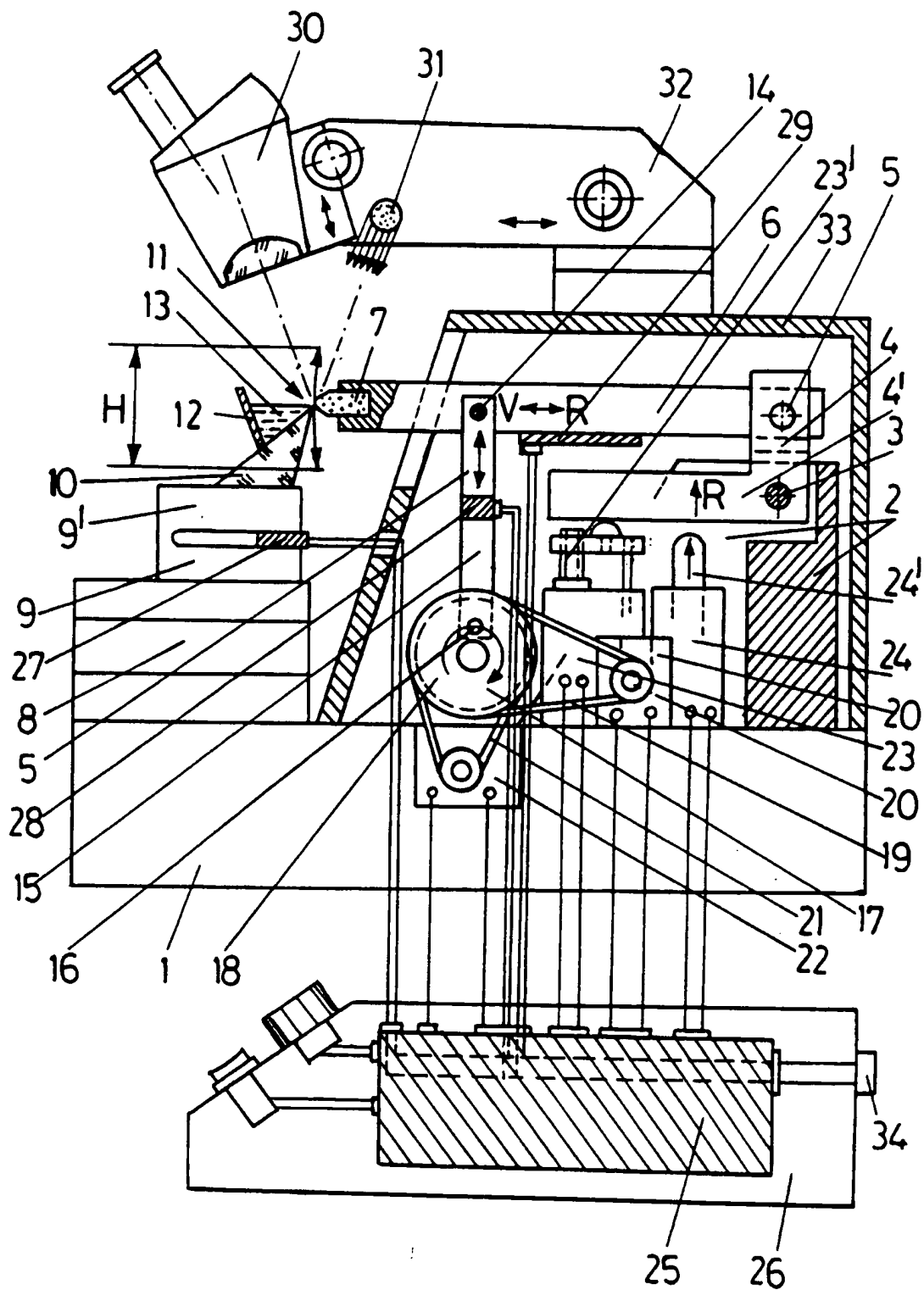


Fig. 2

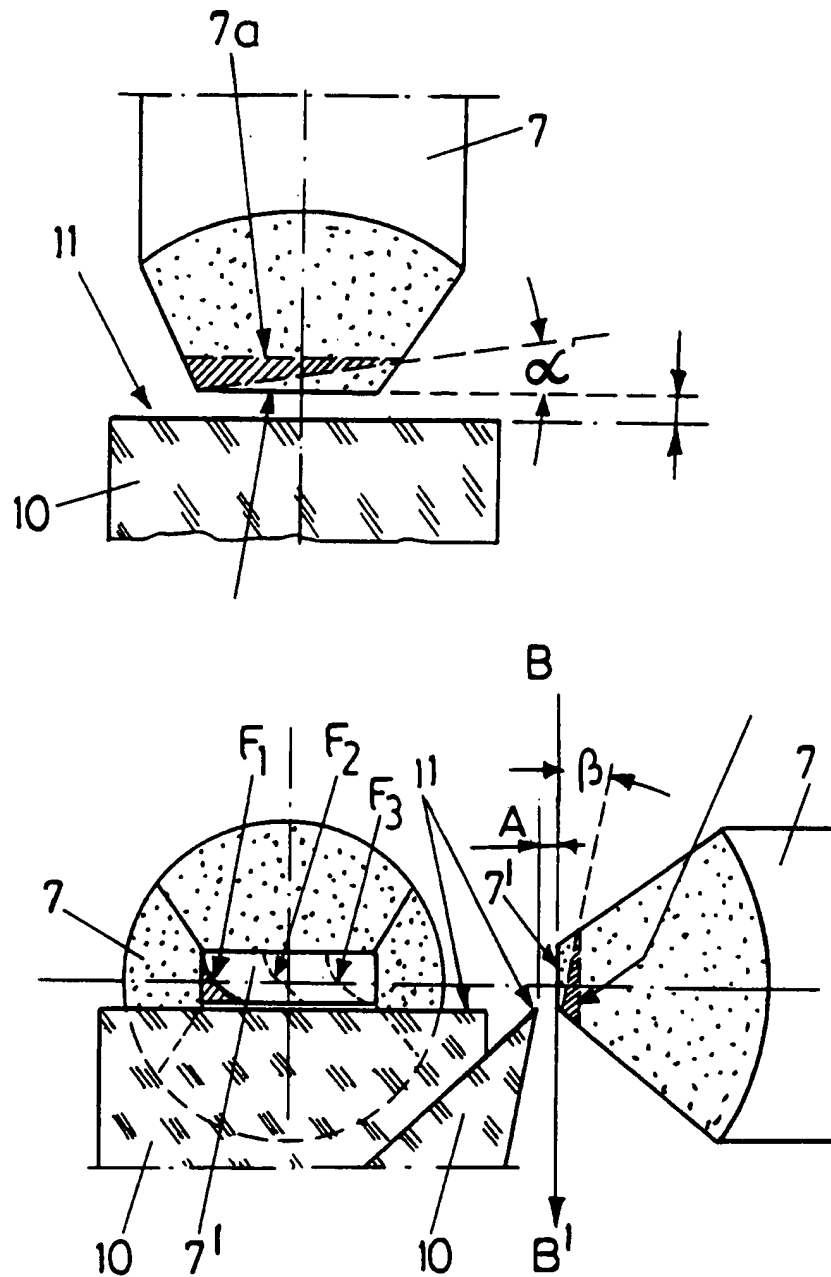


Fig. 3

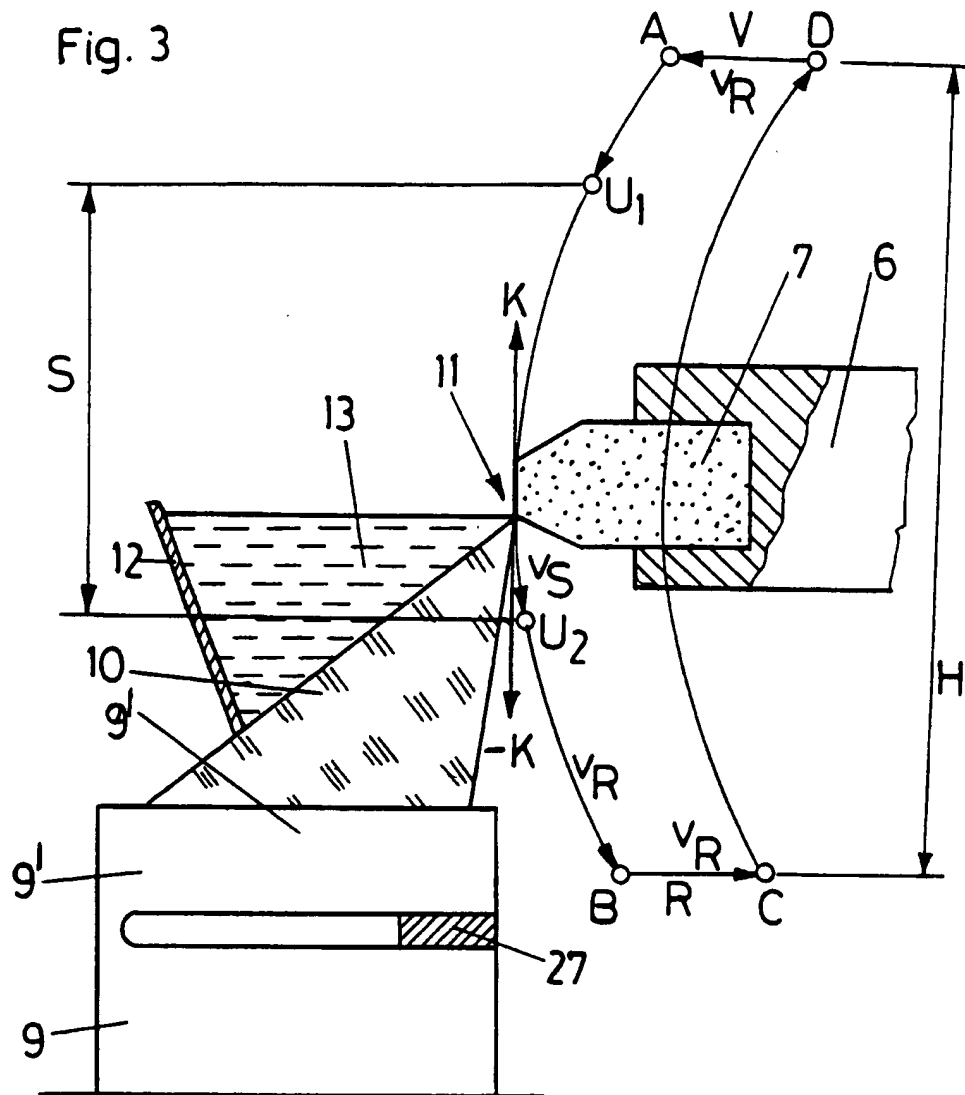


Fig. 4

